

# РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СПЛАВАХ НИКЕЛИДА ТИТАНА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

*Макаров В.В., Куранова Н.Н., Пушин В.Г.*

*Руководитель – д.ф.-м.н. Пушин В.Г.*

Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия,  
pushin@imp.uran.ru

Были выполнены исследования структуры сплавов Ti-Ni (50; 50,3; 50,6 ат. %) методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской и электронной дифракции, а также измерения их физико-механических свойств.

Установлено, что использование механотермических обработок путем многократных прессования, прокатки или волочения при разных температурах и их сочетания с термообработками или без них приводит к сильному упрочнению сплавов и измельчению зерна (вплоть до аморфизации). В последнем случае применение низкотемпературного отжига обеспечивает в сплавах однородное высокопрочное наноструктурное состояние с контролируемым размером зерна уже в интервале 50-200 нм. В зависимости от степени и режима деформации и отжига может быть достигнута высокая проработка зеренной структуры в сплавах, о чем свидетельствует весьма узкий интервал распределений зерен по размерам вдоль и поперек заготовки, на ее краях и в центре. Установлено, что нано- и субмикроструктурные сплавы Ti-Ni испытывают практически те же термоупругие мартенситные превращения ( $B2 \leftrightarrow R$ ,  $B2 \leftrightarrow B19$ ,  $B2 \leftrightarrow B19'$ ). Однако даже сплавы до- и эквиатомного состава, в которых в исходном состоянии (в монокристаллическом или поликристаллическом со средним размером зерна 50...80 мкм) происходит единственное превращение  $B2 \leftrightarrow B19'$ , испытывали, как и заэквивалентные, ступенчатое прямое и обратное превращение по схеме  $B2 \leftrightarrow R \leftrightarrow B19'$ .

Обнаружен размерный эффект для превращений  $B2 \leftrightarrow R$  и  $R \leftrightarrow B19'$ . В зернах размером менее 15...20 нм  $B2$ -аустенит не испытывает мартенситный переход при охлаждении. Температуры второго перехода  $R \leftrightarrow B19'$  снижаются в зависимости от их размера, вплоть до 50 нм. Это позволяет регулировать критические температуры реализации данного превращения и, соответственно, обеспечиваемых ими эффектов памяти формы, варьируя режимы деформации и, если необходимо, последующих термообработок. Установлена смена нанокристаллических состояний при термоупругих мартенситных превращениях: « $B2$ -наномонокристалл  $\rightarrow$   $R$ -наномонокристалл»  $\rightarrow$  « $B19'$ -наномонокристалл  $\rightarrow$   $R$ -нанодвойниковый»  $\rightarrow$  « $B19'$ -наномонокристалл  $\rightarrow$   $B19'$ -нанодвойниковый».